



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 27 105 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
F 16 C 19/36

②① Aktenzeichen: 100 27 105.7
②② Anmeldetag: 31. 5. 2000
④③ Offenlegungstag: 8. 2. 2001

DE 100 27 105 A 1

③⑩ Unionspriorität:
P 11-152757 31. 05. 1999 JP

⑦① Anmelder:
NSK Ltd., Tokio/Tokyo, JP

⑦④ Vertreter:
Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser,
80538 München

⑦② Erfinder:
Syoda, Yoshio, Fujisawa, Kanagawa, JP; Ryu, Gun,
Fujisawa, Kanagawa, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Wälzlager

⑤⑦ In eine Laufbahnnut 3, die zwischen Außen- und Innenringen 1 und 2 ausgebildet sind, sind eine Vielzahl von Wälzkörpern 5, 5 eingebaut, von denen Außendurchmesser 5a, die als die Wälzkontaktflächen derselben dienen, jeweils ebenso eine Krümmung in der Axialrichtung aufweisen, und wobei jede von ihnen einen Radius aufweist, der kleiner als der Radius der Laufbahnflächen der Außen- und Innenringe ist. Die Wälzkörper 5 sind in einer solchen Weise angeordnet, dass die einander benachbarten Wälzkörper 5, 5 einander abwechselnd kreuzen und auch so, dass die Außendurchmesser 5a, 5a der jeweiligen Wälzkörper 5, 5 immer die beiden Punkte mit den Laufbahnflächen 1a, 1b des einen Laufrings 1 und die Laufbahnflächen 2b, 2a des anderen Laufrings 2 kontaktieren.

DE 100 27 105 A 1

Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Lager, welches in der Lage ist, eine Radiallast, Axiallasten in zwei Richtungen und eine Momentlast aufzunehmen und welches auch in einer industriellen Maschine, einem Roboter, einem medizinischen Gerät, einer Halbleiter-/Flüssigkristall-Herstellungsvorrichtung, einem optischen Gerät, einem optoelektronischen Gerät usw. verwendbar ist.

Als ein Lager, welches in der Lage ist, eine Radiallast, Axiallasten in zwei Richtungen und eine Momentlast aufzunehmen, sind herkömmlicherweise ein Kreuzrollenlager und ein Vierpunktkontakt-Kugellager bekannt. Bei dem herkömmlichen Kreuzrollenlager ist zwischen einem Innenring 100 und einem Außenring 200 eine zylindrisch geformte Rolle 300 (siehe Fig. 18) eingebaut. Andererseits ist in dem herkömmlichen Vierpunktkontakt-Kugellager zwischen einem Innenring 100 und einem Außenring 200 eine Kugel 400 (siehe Fig. 19) eingebaut.

Bei dem herkömmlichen Kreuzrollenlager und dem Vierpunktkontakt-Kugellager wurden jedoch die folgenden Probleme herausgefunden, die zu lösen sind.

(1) Da im Fall des Kreuzrollenlagers ein Wälzkörper eine zylindrisch geformte Rolle 300 ist und die Wälzkontaktfläche 301 der Rolle 300 in Linienkontakt mit einer Laufbahnnut 500 steht, wird ein großes Drehmoment erzeugt.

(2) Da im Falle des Vierpunktkontakt-Kugellagers ein Wälzkörper eine Kugel ist, erzeugt das Vierpunktkontakt-Kugellager ein kleineres Drehmoment als das Kreuzrollenlager der gleichen Größe, wenn das Lager eine reine Axiallast aufnimmt oder wenn eine Axiallast über eine Radiallast dominiert. Andererseits, wenn eine Radiallast über eine Axiallast dominiert oder wenn das Lager eine reine Radiallast aufnimmt, steht jede Kugel 400 in Kontakt mit einer Laufbahnnut 400 an vier Punkten 401, 401, 401 und 401, und daher tritt ein großes Spingleiten zwischen der Kugel 400 und der Laufbahnnut 500 auf, was in einem großen Drehmoment resultiert.

Zusammenfassung der Erfindung

Die vorliegende Erfindung zielt auf eine Lösung der obigen Probleme, die bei dem herkömmlichen Kreuzrollenlager und Vierpunktkontakt-Kugellager gefunden wurden. Entsprechenderweise ist es ein Ziel der Erfindung, ein Wälzlager zu schaffen, welches ein Spingleiten zwischen einem Wälzkörper und einer Laufbahnnut steuern kann und welches den Wälz Widerstand zur Realisierung eines niedrigen Drehmomentes vermindern kann, um dadurch in der Lage zu sein, eine Radiallast, Axiallasten in zwei Richtungen und eine Momentlast aufzunehmen.

Zur Erreichung des obigen Zieles wird entsprechend der Erfindung ein Wälzlager geschaffen, bei dem eine Mehrzahl von Wälzkörpern zwischen einem Paar von Laufringen eingebaut sind, wobei jede der beiden Laufbahnen eine Laufbahnnut hat, die durch zwei Laufbahnflächen begrenzt sind, von denen jede einen Radius hat, der größer als der Radius jeder der Wälzkörper ist, wobei der Außendurchmesser jedes Wälzkörpers, der als Wälzkontaktfläche desselben dient, eine Krümmung in der Axialrichtung des Wälzkörpers aufweist, wobei die einander benachbarten einen der Wälzkörper in einer solchen Weise angeordnet sind, dass sie abwech-

selnd einander kreuzen, und wobei der Außendurchmesser jedes Wälzkörpers immer an zwei Punkten mit den Laufbahnflächen einer der Laufringe sowie mit den Laufbahnflächen der anderen in Kontakt steht.

Das oben erläuterte Ziel kann auch durch ein Wälzlager entsprechend der Erfindung erzielt werden, umfassend: einen ersten Laufring, der eine Laufbahnnut aufweist, die durch zwei Laufbahnflächen begrenzt ist; einen zweiten Laufring, der an den ersten Laufring angepasst ist, wobei der zweite Laufring eine Laufbahnnut aufweist, die durch zwei Laufbahnflächen begrenzt ist; und eine Vielzahl von Wälzkörpern, die drehbar zwischen die ersten und zweiten Laufringe eingebaut ist, wobei jeder der Wälzkörper eine Wälzkontakt-Umfangsfläche aufweist, die durch Drehen einer gekrümmten Buslinie um seine Rotationsachsen begrenzt wird, wobei die gekrümmte Buslinie eine einzige vorbestimmte Krümmung aufweist, die kleiner ist als irgendeine des Radius der Laufbahnflächen der ersten und zweiten Laufringe, wobei die Wälzkontaktfläche jedes Wälzkörpers immer an zwei Punkten mit den Laufbahnflächen der ersten und zweiten Laufringe in Kontakt steht, wobei die beiden Punkte aus einem ersten Punkt besteht, der an einer der beiden Laufbahnflächen des ersten Laufringes positioniert ist und einem zweiten Punkt besteht, der an einem der beiden Laufbahnflächen des zweiten Laufringes positioniert ist, und wobei die einander benachbarten einen der Wälzkörper in einer solchen Weise angeordnet sind, dass ihre Rotationsachsen sich einander abwechseln.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 ist eine Längsschnittansicht, von der ein Teil weggelassen wurde, eines Wälzlagers entsprechend einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 2 ist eine vergrößerte Perspektivansicht einer Ausführungsform eines Wälzkörpers, der bei der Erfindung verwendet wird;

Fig. 3 ist eine Längsschnittansicht, von der ein Teil weggelassen wurde, eines Wälzlagers entsprechend einer zweiten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 4 ist eine Längsschnittansicht, von der ein Teil weggelassen wurde, eines Wälzlagers entsprechend einer dritten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 5 ist eine Längsschnittansicht, von der ein Teil weggelassen wurde, eines Wälzlagers entsprechend einer vierten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 6 ist eine Längsschnittansicht, von der ein Teil weggelassen wurde, eines Wälzlagers entsprechend einer fünften Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 7 ist eine vergrößerte Perspektivansicht einer Ausführungsform eines Trennstückes, das bei der Erfindung verwendet wird;

Fig. 8 ist eine Längsschnittansicht, von der ein Teil weggelassen wurde, eines Wälzlagers entsprechend einer sechsten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 9 ist eine vergrößerte Perspektivansicht einer anderen Ausführungsform eines Wälzkörpers, der bei der Erfindung verwendet wird;

Fig. 10 ist eine Längsschnittansicht, von der ein Teil weggelassen wurde, eines Wälzlagers entsprechend einer siebenten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 11 ist eine Längsschnittansicht, von der ein Teil weggelassen wurde, eines Wälzlagers entsprechend einer achten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 12 ist eine Längsschnittansicht, von der ein Teil weggelassen wurde, eines Wälzlagers entsprechend einer neunten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 13 ist eine Längsschnittansicht, von der ein Teil weg-

gelassen wurde, eines Wälzlagers entsprechend einer zehnten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 14 ist eine vergrößerte Perspektivansicht einer anderen Ausführungsform eines Trennstückes, das bei der Erfindung verwendet wird;

Fig. 15 ist eine Längsschnittansicht, von der ein Teil weggelassen wurde, eines Wälzlagers entsprechend einer elften Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 16 ist eine vergrößerte Perspektivansicht der anderen Ausführungsform eines Käfigs, der bei der Erfindung verwendet wird;

Fig. 17 ist eine vergrößerte Perspektivansicht einer anderen Ausführungsform eines Wälzkörpers, der bei der Erfindung verwendet wird;

Fig. 18 ist eine Längsschnittansicht eines herkömmlichen Kreuzrollenlagers; und

Fig. 19 ist eine Längsschnittansicht eines herkömmlichen Vierpunktkontakt-Kugellagers.

Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

Nachstehend wird nun eine Beschreibung einer Art zum Ausführen eines Wälzlagers entsprechend der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigelegten Zeichnungen gegeben.

Übrigens ist die vorliegende Methode eine Methode, die zum Zwecke der Erläuterung eines Wälzlagers entsprechend der Erfindung offenbart ist, d. h., die Erfindung ist nicht auf die vorliegende Methode begrenzt, sondern alle anderen verschiedenen Abänderungen sind möglich, ohne vom Schutzzumfang der Erfindung abzuweichen.

Das Wälzlager umfasst einen Laufring (als einen Außenring) 1, den anderen Laufring (als einen Innenring) 2, eine Laufbahnnut 3, die begrenzt ist durch und zwischen dem Innendurchmesser des Laufrings 1 und dem Außendurchmesser des Laufrings 2, und eine Vielzahl von Wälzkörpern 5, 5 ---, die jeweils in der Laufbahnnut 3 eingebaut sind.

Die beiden Laufringe 1 und 2 sind so aufgebaut, dass eine Laufbahnnut 3, die eine gewünschte Form hat, durch Laufbahnflächen 1a, 1b und 2a, 2b ausgebildet werden kann, die jeweils auf dem Innendurchmesser des einen Laufrings (Außenring) 1 und auf dem Außendurchmesser des anderen Laufrings (Innenring) 2 ausgebildet sind. Als Wälzlager kann ein Wälzlager eines Typs verwendet werden, von dem einer oder beide der beiden Laufringe 1 und 2 in der Mitte derselben in zwei Laufbahnabschnitte in Axialrichtung derselben geteilt sind, oder ein Wälzlager eines Typs verwendet werden, bei dem keiner der beiden Laufringe 1 und 2 geteilt ist.

Als Wälzlager des Zweiteilungstyps ist auch ein Wälzlager benutzbar, welches zu einem integrierten Körper unter Verwendung einer Schraube oder eines Nietes 4 montiert werden kann.

Die Laufbahnnut wird durch die Laufbahnflächen 1a, 1b und 2a, 2b begrenzt, von denen jede einen Radius aufweist, der größer als der Radius jeder der Wälzkörper 5 ist.

Jede der Laufbahnflächen 1a, 1b und 2a, 2b kann eine willkürliche Form haben, wie z. B. eine Form, die einen bogenförmigen Abschnitt aufweist, eine V-artige Form aufweist, eine gekrümmte Form aufweist oder eine lineare Form aufweist, vorausgesetzt, dass sie für die Wälzhewegung des Wälzkörpers 5 geeignet ist. Das heißt, die Form der Laufbahnfläche ist nicht auf eine spezifische Form begrenzt, es kann jedoch z. B. eine Form eines gotischen Bogens verwendet werden.

Jeder der Wälzkörper 5 kann eine willkürliche Form haben, vorausgesetzt, dass sein Außendurchmesser 5a, der als dessen Wälzkontaktfläche dient, zumindest eine Krümmung

in der Axialrichtung des Wälzkörpers 5 hat, wobei ein Radius desselben kleiner als der Radius der jeweiligen Laufbahnfläche 1a, 1b und 2a, 2b ist. Mit anderen Worten, wie in Fig. 2 gezeigt ist, weist jeder der Wälzkörper 5 eine Wälzkontakt-Umfangsfläche S auf, die durch Drehen einer gekrümmten Buslinie (curved bus line) Y um seine Rotationsachsen X begrenzt wird. Die gekrümmte Buslinie Y hat zumindest eine vorbestimmte Krümmung, von denen jede kleiner als eine des Radius der Laufbahnflächen der jeweiligen Laufbahnflächen 1a, 1b und 2a, 2b ist.

In dieser Ausführungsform jedoch hat die gekrümmte Buslinie Y eine einzige vorbestimmte Krümmung, die kleiner ist als irgendein Radius der Laufbahnflächen der jeweiligen Laufbahnflächen 1a, 1b und 2a, 2b.

Die Wälzkörper 5 sind in einer solchen Weise angeordnet, dass die zueinander benachbarten einen der Wälzkörper 5 einander abwechselnd kreuzen, währenddessen die jeweiligen Außendurchmesser 5a der Wälzkörper 5 immer an zwei Punkten mit den Laufbahnflächen 1a, 1b des einen Laufrings 1 und den Laufbahnflächen 1a, 2b des anderen Laufrings 2 in Kontakt sind.

Zum Beispiel kann das Wälzelement 5 einen Aufbau haben, der aus einer an Oberseite und Unterseite mit einem Trennschnitt geformten Kugel (top-and-bottom-cut-shaped ball) besteht, die eine Gruppe von einander gegenüberliegenden Flächen 5b und 5b aufweist (d. h., ein Aufbau, der erzielt wird, wenn die oberen und unteren Bereiche einer Kugel weggeschnitten werden, um dadurch die einander gegenüberliegenden Flächen 5a und 5b zu bilden; dieser Ausdrück wird auch nachstehend verwendet). Die Wälzkörper 5, 5 --- sind jeweils in die Laufbahnnut 3 in einer solchen Weise eingebaut, dass ihre jeweiligen Rotationsachsen 5c senkrecht zu ihren zugeordneten einander gegenüberliegenden Flächen 5b und 5b einander kreuzen und, gleichzeitig sind die jeweiligen Außendurchmesser 5a der Wälzkörper 5 immer an zwei Punkten mit den Laufbahnflächen 1a, 1b des einen Laufrings 1 und den Laufbahnflächen 2a, 2b des anderen Laufrings 2 in Kontakt.

Die Schnittbreiten der oberen und unteren Bereiche des Wälzkörpers 5 sind nicht auf irgendwelche spezifischen Abmessungen begrenzt, und diese beiden Schnittbreiten können gleich zueinander sein oder nicht; und ein Verhältnis zwischen den beiden Schnittbreiten kann willkürlich ausgewählt werden, ohne vom Schutzzumfang der Erfindung abzuweichen. Mit anderen Worten, die einander gegenüberliegenden Flächen 5b und 5b des Wälzkörpers 5 können symmetrisch oder asymmetrisch festgelegt sein;

d. h., jede der asymmetrischen und asymmetrischen Festlegungen fallen in den Schutzzumfang der Erfindung.

Übrigens die gesamte Form des Wälzkörpers 5, das Vorhandensein oder die Abwesenheit der einander gegenüberliegenden Flächen 5b, 5b und die Größe der Krümmung des Außendurchmessers 5a in der Axialrichtung desselben sind nicht auf die oben beschriebenen begrenzt, sondern sie können willkürlich verändert werden, ohne vom Schutzzumfang der Erfindung abzuweichen. Das heißt, z. B. kann der Wälzkörper 5 statt der einander gegenüberliegenden Flächen 5b, 5b zwei Flächen einschließen, die nicht parallel zueinander sind, und kann auch seine eigene Rotationsachse 5c haben, welche senkrecht zu diesen beiden nicht parallelen Flächen ist.

Während die Wälzkörper 5, 5 --- in einer solchen Weise eingebaut sind, dass die Rotationsachsen 5c, 5c der beiden zueinander gehörigen Wälzkörper 5, 5 jeweils senkrecht zu ihren zugeordneten einander gegenüberliegenden Flächen 5b, 5b und 5b, 5b einander abwechselnd kreuzen, kann die Art und Weise des Kreuzens derselben in rechten Winkeln oder nicht ausgeführt sein.

Die Art und Weise des Kreuzens der Wälzkörper 5 ist nicht auf eine spezifische sich kreuzende Weise begrenzt, vorausgesetzt, dass die einander kreuzenden Wälzkörper 5 in ihrer Gesamtzahl auf den beiden Seiten derselben gleich sind. Das heißt, die Wälzkörper 5 können einander eins zu eins kreuzen, oder sie können sich kreuzen in der Art und Weise von 2, 1, 1 und 2, vorausgesetzt, dass die sich einander kreuzenden Wälzkörper 5 in ihrer Gesamtzahl auf beiden Seiten derselben gleich sind. Jede der Art und Weise des Sichkreuzens fällt in den Schutzzumfang der Erfindung.

Die Bewegungen der jeweiligen Wälzkörper 5, 5 können durch einen Käfig 6, 6' oder ein Trennstück (Abstandhalter) 8 geführt sein.

Die Form des Käfigs 6, 6' oder des Trennstückes (Abstandhalters) 8 ist nicht auf eine spezifische Form begrenzt, vorausgesetzt, dass er (es) Haltebereiche 7, --, Aussparungen 13, -- oder Nuten 9, 9 einschließt. Das heißt, die Form des Käfigs 6 oder Trennstückes (Abstandhalters) 8 kann willkürlich ausgewählt und verändert werden, ohne vom Schutzzumfang der Erfindung abzuweichen.

Zusätzlich ist das Führungssystem des Käfigs 6, 6' nicht auf ein spezifisches Führungssystem, wie oben beschrieben, begrenzt. Ein Innenring-Führungstyp, ein Außenring-Führungstyp oder ein Wälzkörper-Führungstyp können anstatt dessen verwendet werden. Ferner ist ein Aufbau des Käfigs 6, 6' nicht auf einen spezifischen Aufbau begrenzt, wie oben beschrieben wurde. Nämlich kann nicht nur ein Einzelelementstyp sondern auch ein geteilter Laufbahnkomponententyp verwendet werden.

Zum Beispiel sind im Fall des Käfigs 6 in der Umfangsrichtung desselben abwechselnd zwei Haltebereiche 7, 7 (oder Aussparungen 13, -- des Käfigs 6') ausgebildet, in welche die einander benachbarten Wälzkörper 5, 5 in einer solchen Weise eingebaut sein können, dass, wie oben beschrieben, die Rotationsachsen 5c, 5c derselben senkrecht zu ihren zugeordneten einander gegenüberliegenden Flächen 5b, 5b und 5b, 5b einander abwechselnd senkrecht kreuzen.

Das Trennstück 8 hat einen Durchmesser, der kleiner ist als der Durchmesser jedes Wälzkörpers 5, und seine einander gegenüberliegenden Flächen 10, 10 sind in zwei aussparungsartige Bogenruten 9, 9 in einer einander kreuzenden Weise ausgebildet, die jeweils in der Lage sind, die einander benachbarten Wälzkörper 5, 5 in einer solchen Weise zu halten, dass, wie oben beschrieben, die Rotationsachsen 5c, 5c derselben senkrecht zu ihren zugeordneten einander gegenüberliegenden Flächen 5b, 5b und 5b, 5b einander kreuzen.

Die Krümmung der Bogenrute 9 kann willkürlich festgelegt sein, d. h., sie kann im wesentlichen gleich oder größer festgelegt sein als die Krümmung des Außendurchmessers 5a des Wälzkörpers 5.

Die Art und Weise des Aufbringens einer Vorlast zwischen den Wälzkörper und die Laufbahnfläche ist nicht auf eine spezifische Art und Weise begrenzt. Das heißt, die Vorlast kann in der Lagerherstellungsphase aufgebracht werden oder nicht, wobei jede der beiden Aufbringungsarten in den Schutzzumfang der Erfindung fällt.

Als ein Material, aus dem die Laufringe 1, 2 und die Wälzkörper 5 des Wälzlagers gemacht sind, kann ein Lagerstahl üblicherweise verwendet werden. Jedoch ist auch ein anderes Material, wie z. B. rostfreier Stahl, Keramik od. dgl., welcher für eine Erhöhung der Verschleißfestigkeit oder Wärmebeständigkeit geeignet ist, ebenfalls in Übereinstimmung mit der Umgebung der Verwendung des Wälzlagers auswählbar. Zusätzlich ist auch als ein Käfig 6, 6', der bei der vorliegenden Erfindung verwendet wird, ein spanend bearbeiteter Käfig, ein gepresster Käfig, ein Harz-Käfig od. dgl. in Übereinstimmung mit den Erfordernissen aus-

wählbar. Entsprechenderweise wird als ein Metallmaterial (z. B. Messing, Stahl od. dgl.) oder ein Kunstharz (z. B. Polyamid 66 (Nylon 66), Polyphenylsulfid (PPS) od. dgl.), das dafür geeignet ist, ausgewählt verwendet.

(Ausführungsformen)

Als nächstes wird nachstehend eine Beschreibung der konkreten Ausführungsformen eines Wälzlagers entsprechend der Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen gegeben.

(Erste Ausführungsform)

Nun zeigt Fig. 1 eine erste Ausführungsform eines Wälzlagers entsprechend der Erfindung.

Jeder der Wälzkörper 5, 5, wie in Fig. 2 gezeigt ist, besteht aus einer an Oberseite und Unterseite mit einem Trennschnitt geformten Kugel, die eine Gruppe von einander gegenüberliegenden Flächen 5b und 5b einschließt; und der Wälzkörper 5 ist in eine Laufbahnnut 3 eingebaut, die zwischen einem Außenring 1, der einstückig mit dem Wälzlager ausgebildet ist, und zwei geteilte Innenringe 2, 2 geformt ist.

Entsprechend der Erfindung ist die Laufbahnnut 3 in der Form eines gotischen Bogens ausgebildet, der durch die Laufbahnflächen 1a, 1b und 2a, 2b der jeweiligen Außen- und Innenringe begrenzt wird, die einen Radius haben, der größer als der Radius des Wälzkörpers 5 ist; und die einander gegenüberliegenden Flächen 5b und 5b des Wälzkörpers (an Oberseite und Unterseite mit einem Trennschnitt geformte Kugel) 5 sind so ausgebildet, dass sie eine Symmetrie haben.

Die Rotationsachsen 5c, 5c der Wälzkörper 5, 5, die senkrecht zu ihren zugehörigen einander gegenüberliegenden Flächen 5b, 5b und 5b, 5b festgelegt sind, sind so angeordnet, dass sie einander abwechselnd kreuzen, und die Bewegungen der Wälzkörper 5, 5 werden durch die Haltebereiche 7, 7 eines Käfigs 6 geführt.

Im Falle des Käfigs 6 sind in der Umfangsrichtung derselben abwechselnd zwei Haltebereiche 7, 7 ausgebildet, in welche die einander benachbarten Wälzkörper 5, 5 in einer solchen Weise eingebaut sein können, dass, wie oben beschrieben, die Rotationsachsen 5c, 5c derselben senkrecht zu ihren zugehörigen einander gegenüberliegenden Flächen 5b, 5b und 5b, 5b einander abwechselnd kreuzen.

Daher wird entsprechend der ersten Ausführungsform der Außendurchmesser 5a des Wälzkörpers 5 an zwei Punkten (die Kontaktpunkte sind mit 11, 11 bezeichnet) mit der Laufbahnfläche 1a des Außenrings 1 und der Laufbahnfläche 2b des Innenrings 2, welche gegenüberliegend zueinander angeordnet sind, kontaktiert, währenddessen die einander benachbarten Wälzkörper 5 jeweils mit der Laufbahnfläche 1b des Außenrings 1 und der Laufbahnfläche 2a des Innenrings 2 kontaktieren (die Kontaktpunkte sind mit 12, 12 bezeichnet).

Da die Kontaktwinkel der Wälzkörper 5, 5 einander abwechselnd kreuzen, ist das einzelne Lager in der Lage, eine Radiallast, Axiallasten in zwei Richtungen und eine Momentlast aufzunehmen.

Da auch nur ein Wälzkörper 5 in Punktkontakt an den beiden Punkten (11, 11) mit den Laufbahnflächen 1a, 2b steht und der andere Wälzkörper 5 nur in Punktkontakt mit den beiden Punkten (12, 12) mit den Laufbahnflächen 1b, 2a steht, kann ein solch großer Drall, wie bei dem herkömmlichen Vierpunktkontakt-Lager, beseitigt werden.

Da ferner die Art und Weise des Kontaktes zwischen den Wälzkörpern 5, 5 und den Außen- und Innenringen 1, 2 die gleiche ist, wie bei dem normalen Kugellager, kann vergli-

chen mit einem Kreuzrollenlager ein niedriger Rollenwiderstand erzeugt werden, was es möglich macht, ein niedriges Drehmoment zu realisieren.

(Zweite Ausführungsform)

Nun zeigt Fig. 3 eine zweite Ausführungsform eines Wälzlagers entsprechend der Erfindung. Bei der vorliegenden Ausführungsform sind die beiden geteilten Innenringe 2 und 2 miteinander durch eine Schraube oder einen Niet 4 befestigt, um dadurch das Erfordernis zur Einstellung einer Vorlast oder eines Zwischenraumes zwischen ihnen zu beseitigen.

Die anderen verbleibenden Strukturen und Funktionseffekte (operation effects) der vorliegenden Ausführungsform sind die gleichen, wie jene der ersten Ausführungsform.

(Dritte Ausführungsform)

Nun zeigt Fig. 4 eine dritte Ausführungsform eines Wälzlagers entsprechend der Erfindung. Bei der vorliegenden Ausführungsform werden statt des einstückigen Außenrings 1 und der zweigeteilten Innenringe 2, 2, die jeweils bei der ersten Ausführungsform verwendet wurden, zwei geteilte Außenringe 1, 1 und ein einstückiger Innenring 2 verwendet.

Die anderen verbleibenden Strukturen und Funktionseffekte der vorliegenden Ausführungsform sind die gleichen, wie jene der ersten Ausführungsform.

(Vierte Ausführungsform)

Nun zeigt Fig. 5 eine vierte Ausführungsform eines Wälzlagers entsprechend der Erfindung. Bei der vorliegenden Ausführungsform sind die beiden geteilten Außenringe 1, 1, die bei der dritten Ausführungsform verwendet werden, miteinander durch eine Schraube oder einen Niet 4 befestigt, um dadurch das Erfordernis zur Einstellung einer Vorlast oder eines Zwischenraumes zwischen ihnen zu beseitigen.

Die anderen verbleibenden Strukturen und Funktionseffekte der vorliegenden Erfindung sind die gleichen, wie jene der ersten Ausführungsform.

(Fünfte Ausführungsform)

Nun zeigt Fig. 6 eine fünfte Ausführungsform eines Wälzlagers entsprechend der Erfindung. Bei der vorliegenden Ausführungsform werden, wie in Fig. 6 gezeigt, ein einstückiger Außenring 1 und ein einstückiger Innenring 2 verwendet. In dem Außenring 1 ist ein Wälzkörper-Einsetzloch ausgebildet. Auch wird anstatt des Käfigs 6, der bei der ersten Ausführungsform verwendet wird, ein Trennstück 8 verwendet, wie vergrößert in Fig. 7 gezeigt ist; d. h., die Wälzkörper 5, 5 werden durch das Trennstück 8 geführt.

Bei der Verwendung dieser Struktur kann das Wälzlager kompakter gemacht werden.

Die anderen verbleibenden Strukturen und Funktionseffekte der vorliegenden Ausführungsform sind die gleichen, wie jene der ersten Ausführungsformen.

Das Trennstück 8 hat einen Durchmesser, der kleiner ist als der Durchmesser jedes Wälzkörpers 5, und in die beiden einander gegenüberliegenden Flächen des Trennstückes 8 sind aussparungsförmige Bogennuten 9, 9 ausgebildet, die jeweils verwendet werden, um die Wälzkörper 5, 5 in einer solchen Weise zu halten, dass, wie oben beschrieben, die Rotationsachsen 5c, 5c derselben senkrecht zu ihren zugeordneten, einander gegenüberliegenden Flächen 5b, 5b und 5b, 5b einander kreuzen.

(Sechste Ausführungsform)

Nun zeigt Fig. 8 eine sechste Ausführungsform eines Wälzlagers entsprechend der Erfindung. Die vorliegende Ausführungsform ist zur Verwendung im Falle einer Hochgeschwindigkeitsrotation verwendbar.

Anstatt des Wälzkörpers 5, der zwei symmetrische, einander gegenüberliegende Flächen 5b, 5b einschließt, die bei der ersten Ausführungsform verwendet werden, wird ein Wälzkörper (eine an Oberseite und Unterseite mit einem Trennschnitt geformte Kugel) 5' verwendet, die zwei asymmetrische, einander gegenüberliegende Flächen 5b', 5b' einschließen, wie in Fig. 9 gezeigt ist, und der Wälzkörper 5' ist in einer solchen Weise angeordnet, dass die größeren Enden 5d' der beiden einander gegenüberliegenden Flächen 5b', 5b' gegenüberliegend zu dem Innenring 2 des vorliegenden Wälzlagers angeordnet sind. Bei der Verwendung dieser Struktur kann die Rotation des Wälzkörpers 5' weiter stabilisiert werden, welches es möglich macht, ein weiter vermindertes Drehmoment zu realisieren.

Die anderen verbleibenden Strukturen und Funktionseffekte der vorliegenden Ausführungsform sind die gleichen, wie jene der ersten Ausführungsform.

(Siebente Ausführungsform)

Nun zeigt Fig. 10 eine siebente Ausführungsform eines Wälzlagers entsprechend der Erfindung. Bei der vorliegenden Ausführungsform sind die beiden geteilten Innenringe 2 und 2 miteinander durch eine Schraube oder einen Niet 4 befestigt, um dadurch das Erfordernis zur Einstellung einer Vorlast oder eines Zwischenraumes zwischen ihnen zu beseitigen.

Die anderen verbleibenden Strukturen und Funktionseffekte der vorliegenden Ausführungsform sind die gleichen, wie jene der sechsten Ausführungsform.

(Achte Ausführungsform)

Nun zeigt Fig. 11 eine achte Ausführungsform eines Wälzlagers entsprechend der Erfindung. Bei der vorliegenden Ausführungsform werden anstatt des einstückigen Außenrings 1 und der zweigeteilten Innenringe 2, 2, die jeweils in der ersten Ausführungsform verwendet werden, zweigeteilte Außenringe 1, 1 und ein einstückiger Innenring 2 verwendet.

Die anderen verbleibenden Merkmale und Funktionseffekte der vorliegenden Ausführungsform sind die gleichen, wie jene der sechsten Ausführungsform.

(Neunte Ausführungsform)

Nun zeigt Fig. 12 eine neunte Ausführungsform eines Wälzlagers entsprechend der Erfindung. Bei der vorliegenden Ausführungsform sind die zweigeteilten Außenringe 1, 1, die bei der achten Ausführungsform verwendet werden, miteinander durch eine Schraube oder einen Niet 4 befestigt, um dadurch das Erfordernis zur Einstellung einer Vorlast oder eines Zwischenraumes zwischen ihnen zu vermeiden. Die anderen verbleibenden Strukturen und Funktionseffekte der vorliegenden Ausführungsform sind die gleichen, wie jene der sechsten Ausführungsform.

(Zehnte Ausführungsform)

Nun zeigt Fig. 13 eine zehnte Ausführungsform eines Wälzlagers entsprechend der Erfindung. Bei der vorliegenden Ausführungsform, wie in Fig. 13 gezeigt ist, werden ein

einstückiger Außenring 1 und ein einstückiger Innenring 2 verwendet. In den Außenring 1 ist ein Wälzkörper-Einsatzloch ausgebildet. Auch wird anstatt des Käfigs 6, der bei der ersten Ausführungsform verwendet wird, ein Trennstück (Abstandhalter) 8 verwendet, wie vergrößert in Fig. 14 gezeigt ist; d. h., die Wälzkörper 5, 5 werden durch das Trennstück 8 geführt. Bei der Verwendung dieser Struktur kann das Wälzlager kompakter gemacht werden.

Die anderen verbleibenden Strukturen und Funktionseffekte der vorliegenden Ausführungsform sind die gleichen, wie jene der sechsten Ausführungsform.

(Elfte Ausführungsform)

Nun zeigen die Fig. 15 bis 17 eine elfte Ausführungsform eines Wälzlagers entsprechend der Erfindung. Fig. 15 ist eine Längsschnittansicht, von der ein Teil weggelassen wurde, eines Wälzlagers entsprechend der elften Ausführungsform der Erfindung. Fig. 16 ist eine vergrößerte Perspektivansicht eines Beispiels eines Käfigs, der bei der Erfindung verwendet wird. Fig. 17 ist eine vergrößerte Perspektivansicht eines Beispiels eines Wälzkörpers, der bei der Erfindung verwendet wird.

Bei dem Wälzlager der elften Ausführungsform wird anstatt eines Käfigs 6, der bei der ersten Ausführungsform usw. verwendet wird, ein spanend bearbeiteter (machined) Käfig 6' (ein ringförmiger Käfig) wie in Fig. 16 gezeigt ist, in einer solchen Weise verwendet, das eine Haltestellung jedes Wälzkörpers 5 durch den spanend bearbeiteten Käfig 6' aufrechterhalten bleibt.

Der Käfig 6' hat eine Anzahl von Aussparungen 13, ---, in welche die gleiche Anzahl von Wälzkörper 5, 5 jeweils eingesetzt sind, währenddessen die Rotationsachsen 5c, 5c der einen der einander benachbarten Wälzkörper senkrecht zu ihren zugeordneten einander gegenüberliegenden Flächen 5b, 5b und 5b, 5b einander kreuzen. Die Aussparungen 13, --- sind abwechselnd auf einem Umfangsbereich des Käfigs 6' in einer gegeneinander versetzten Weise angeordnet, und in einem vorbestimmten Abstand in Umfangsrichtung derselben angeordnet.

Beide Seitenflächen 13a, 13b jeder Aussparung 13 in Axialrichtung des Käfigs 6' erstrecken sich parallel zueinander, wobei aber ihre verlängerten Richtungen derselben weder parallel noch senkrecht zu der Axialrichtung des Wälzlagers sind. Jede der verlängerten Richtungen definiert nämlich einen vorbestimmten Winkel (geneigter Winkel) relativ zur Axialrichtung des Wälzlagers, währenddessen der vorbestimmte Winkel (geneigter Winkel) auf ein Niveau festgelegt ist, das im wesentlichen gleich der Kontaktfläche des jeweiligen Wälzkörpers 5 ist.

Ein Abstand zwischen den Seitenflächen 13a, 13b ist geringfügig größer gemacht als eine Breite des Wälzkörpers 5.

Es ist anzumerken, dass die gesamte Form jeder Aussparung nicht auf eine spezifische Form, wie oben beschrieben, begrenzt ist. Die Form der Vertiefung kann modifiziert werden, währenddessen eine Konstruktion beibehalten wird, dass die Vertiefung die parallel sich erstreckenden geneigten Seitenflächen 13a, 13b hat und auch ein Abstand zwischen den Seitenflächen 13a, 13b so festgelegt ist, dass er geringfügig größer als die Breite des Wälzkörpers 5 ist.

Obwohl in der elften Ausführungsform die Wälzkörper 5, --- und die Vertiefungen 13, ---, wobei die Gesamtzahl derselben gleich der Wälzkörper ist, jeweils in einem vorbestimmten Abstand in Umfangsrichtung angeordnet sind und sind abwechselnd auf dem Umfangsbereich des Käfigs 6' in einer gegeneinander versetzten Art und Weise angeordnet, wobei eine Konfiguration des Käfigs entsprechend der vorliegenden Erfindung nicht auf eine solche spezifische Konfi-

guration begrenzt ist. Wenn die Gesamtanzahl der Vertiefungen die gleiche ist, wie die der Wälzkörper, ist es möglich, die Konfiguration in einer solchen Weise zu modifizieren, dass sich die Rotationsachsen 5c, 5c der einander benachbarten einen der Wälzkörper 5 einander paarweise kreuzen können; oder sie können sich in der Weise von zwei, eins, eins und zwei kreuzen.

Zusätzlich ist ein Material des Käfigs 6' nicht auf ein spezifisches Material begrenzt. Zum Beispiel kann ein Metallmaterial (z. B. Messing, Stahl od. dgl.) oder ein Kunstharz (z. B. Polyamid 66 (Nylon 66), Polyphenylsulfid (PPS) od. dgl.) ausgewählt verwendet werden.

Ferner ist ein Führungssystem des Käfigs 6' nicht auf ein spezifisches Führungssystem begrenzt. Ein Innenring-Führungstyp, ein Außenring-Führungstyp oder ein Wälzkörper-Führungstyp kann verwendet werden. Ferner ist eine Konstruktion des Käfigs 6, 6' nicht auf eine spezifische Konstruktion begrenzt. Nicht nur ein Einzeleinheitstyp sondern auch ein geteilter Laufringkomponententyp kann ausgewählt verwendet werden.

Es besteht die Möglichkeit, dass ein Drehen oder Schräglauflauf des Wälzkörpers während der Rotation des Wälzkörpers wegen des Einflusses basierend auf verschiedenen Arten von Faktoren auftritt. In dem Fall, wo die Wälzstellung des Wälzkörpers nicht gut gesteuert werden kann, besteht entsprechenderweise eine Möglichkeit, dass eine Rotationswiderstand des Wälzkörpers erhöht wird und wiederum eine gleichförmige Rotation des Wälzkörpers verschlechtert wird.

Bei der vorliegenden Erfindung jedoch hat jede Vertiefung 13 des Käfigs 6' parallel erstreckende geneigte Seitenflächen 13a, 13b, welche relativ zu der Axialrichtung des Wälzlagers mit einem vorbestimmten Winkel geneigt sind, welcher im wesentlichen gleich zu dem Niveau des Kontaktwinkels des Wälzkörpers 5 ist. Die Seitenflächen 13a, 13b können die Veränderung der Lage des Wälzkörpers 5 unterdrücken, welcher durch das Drehen oder den Schräglauflauf des Wälzkörpers 5 verursacht wird, so dass eine Stellung jedes Wälzkörpers stabil beibehalten werden kann, um dadurch ein vermindertes Drehmoment des Wälzlagers zu realisieren.

Die anderen verbleibenden Strukturen und Funktionseffekte der vorliegenden Ausführungsform sind die gleichen, wie jene der ersten bis vierten Ausführungsformen und jene der sechsten bis neunten Ausführungsformen.

Obwohl nämlich in den obigen Ausführungsformen sowohl der Außenring 1 als auch der Innenring 2 als ein Einzeleinheitstyp gemacht sind, ist eine Konstruktion jedes Laufringes nicht auf eine solche spezifische Ausführungsform begrenzt. Es ist möglich, sie in einer solchen Weise zu modifizieren, dass eine oder beide des Innen- und Außenringes als ein geteilter Laufringkomponententyp hergestellt ist, wobei der Laufring in zwei Komponenten in einer Mittelposition in der Breitenrichtung derselben geteilt ist, oder dass einer oder beide der Innen- und Außenringe aus dem geteilten Laufringkomponententyp hergestellt ist. Als ein Beispiel des geteilten Laufringkomponententyps ist anzumerken, dass es einen montierten Typ gibt, der durch Koppeln der geteilten Laufringkomponenten durch eine Schraube/einen Niet 4 in eine montierte Einzeleinheit gekoppelt wird.

Obwohl, wie in Fig. 14 gezeigt ist, die Wälzkörper 5, die bei der elften Ausführungsform verwendet werden, die gleichen sind, wie bei der ersten Ausführungsform, ist es stattdessen möglich, die Wälzkörper 5 durch den Wälzkörper 5' zu ersetzen, der bei den sechsten bis neunten Ausführungsformen verwendet wird. Das heißt, es wird ein Wälzkörper (ein an Oberseite und Unterseite durch einen Trennschnitt geförmte Kugel) 5' verwendet, die zwei asymmetrische, ein-

ander gegenüberliegende Flächen 5b', 5b' einschließt, wie in Fig. 9 gezeigt ist, und der Wälzkörper 5' ist in einer solchen Weise angeordnet, dass die größeren Enden 5d' der beiden einander gegenüberliegenden Flächen 5b', 5b' derselben gegenüberliegend zu dem Innenring 2 des vorhandenen Wälzlagers angeordnet sind. Mit der Verwendung dieser Struktur kann die Rotation des Wälzkörpers 5' weiter stabilisiert werden, was es möglich macht, ein weiter vermindertes Drehmoment zu realisieren. Da entsprechend der vorliegenden Erfindung ein einzelnes Lager die oben erläuterte Struktur hat, ist es in der Lage, eine Radiallast, Axiallasten in zwei Richtungen und eine Momentlast aufzunehmen.

Auch können entsprechend der vorliegenden Erfindung zusätzlich zu der obigen Wirkung die folgenden Wirkungen erzielt werden:

Da die Wälzkörper immer an zwei Punkten mit der Laufbahn des Lauftringes derselben kontaktiert, ist es möglich, eine Erhöhung des Drehmoments zu steuern, welches durch das große Spingelen der Kugel bei dem herkömmlichen Vierpunktkontakt-Lager verursacht wird.

Da auch der Wälzkörper in einer solchen Weise ausgebildet ist, dass dessen Außendurchmesser, der als seine Wälzkontaktfläche dient, eine Krümmung ebenso in der Axialrichtung hat, kann, verglichen mit einem Kreuzrollenlager der Wälz Widerstand des Wälzkörpers vermindert werden, was es möglich macht, ein niedriges Drehmoment zu realisieren.

Während eine Beschreibung in Verbindung mit der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung erfolgte, ist es offensichtlich für einen Fachmann, dass verschiedene Abänderungen und Modifikationen darin gemacht werden können, ohne von der Erfindung abzuweichen, und sie zielt darauf, in den beigefügten Patentansprüchen alle solche Änderungen und Modifikationen abzudecken, wie sie in den wirklichen Geist und Schutzzumfang der Erfindung fallen.

Patentansprüche

1. Wälzlager, umfassend:

einen ersten Lauftring, der eine Laufbahn aufweist, die durch zwei Laufbahnflächen begrenzt wird;
einen zweiten Lauftring, der an den ersten Lauftring angepasst ist, wobei der zweite Lauftring eine Laufbahn aufweist, die durch zwei Laufbahnflächen begrenzt wird; und
eine Vielzahl von Wälzkörpern, die drehbar zwischen die ersten und zweiten Lauftringe eingebaut sind, wobei jeder der Wälzkörper eine Wälzkontakt-Umfangsfläche aufweist, die durch Drehen einer gekrümmten Buslinie um ihre Rotationsachsen begrenzt wird, wobei die gekrümmte Buslinie eine einzige vorbestimmte Krümmung aufweist, die kleiner ist, als eine des Radius der Laufbahnflächen der ersten und zweiten Lauftringe, wobei die Wälzkontaktfläche jeder der Wälzkörper immer an zwei Punkten mit den Laufbahnflächen der ersten und zweiten Lauftringe kontaktiert, wobei die zwei Punkte aus einem ersten Punkt besteht, der an einem der beiden Laufbahnflächen des ersten Lauftringes positioniert ist, und einem zweiten Punkt besteht, der an einem der zwei Laufbahnflächen des zweiten Lauftringes positioniert ist, und die einander benachbarten einen der Wälzkörper sind in einer Umfangsrichtung des Wälzkörpers in einer solchen Weise angeordnet, dass ihre Rotationsachsen einander abwechselnd gekreuzt sind.

2. Wälzlager nach Anspruch 1, wobei jeder der Wälzkörper einander gegenüberliegende ebene Flächen umfasst, welche sich senkrecht zu den Rotationsachsen

derselben schneiden.

3. Wälzlager nach Anspruch 2, wobei jeder der Wälzkörper eine an Oberseite und Unterseite mit einem Trennschnitt geformte Kugel ist, welche durch Abtrennen eines oberen und unteren Bereiches einer Kugel ausgebildet ist, um die einander gegenüberliegenden ebenen Flächen zu definieren.

4. Wälzlager nach Anspruch 2, wobei jeder der Wälzkörper die an Oberseite und Unterseite durch einen Trennschnitt geformte Kugel ist, welches durch einheitliches Abtrennen oberer und unterer Bereiche einer Kugel mit einer vorbestimmten Größe ausgebildet ist, um die einander gegenüberliegenden ebenen Flächen zu definieren.

5. Wälzlager nach Anspruch 2, wobei die einander gegenüberliegenden ebenen Flächen jeder der Wälzkörper symmetrisch oder asymmetrisch festgelegt sind.

6. Wälzlager nach Anspruch 1, wobei der erste Lauftring eine rechte Lauftringkomponente umfasst, die eine der beiden Laufbahnflächen aufweist, und eine linke Lauftringkomponente umfasst, die die andere der beiden Laufbahnflächen aufweist, um dadurch die Laufbahn des ersten Lauftringes zu definieren.

7. Wälzlager nach Anspruch 6, wobei der erste Lauftring außerdem eine Schraube oder einen Niet umfasst, welcher die rechten und linken Lauftringkomponenten miteinander befestigt.

8. Wälzlager nach Anspruch 1, wobei der zweite Lauftring eine rechte Lauftringkomponente umfasst, die eine der beiden Laufbahnflächen aufweist, und eine linke Lauftringkomponente umfasst, die die andere der beiden Laufbahnflächen aufweist, um dadurch die Laufbahn des zweiten Lauftringes zu definieren.

9. Wälzlager nach Anspruch 8, wobei der zweite Lauftring außerdem eine Schraube oder einen Niet umfasst, welche (welcher) die rechten und linken Lauftringkomponenten miteinander befestigt.

10. Wälzlager nach Anspruch 1, außerdem umfassend: einen Käfig, der abwechselnd ausgebildete zwei Haltebereiche aufweist, in welche die einander benachbarten Wälzkörper in einer solchen Weise eingebaut sind, dass die Rotationsachsen der einander benachbarten Wälzkörper einander abwechselnd kreuzen.

11. Wälzlager nach Anspruch 1, außerdem umfassend: eine Vielzahl von Trennstücken, von denen jedes einen Durchmesser aufweist, der kleiner als der Durchmesser jedes Wälzkörpers ist und auch zwei aussparungsartige Bogennuten an seinen einander gegenüberliegenden Flächen in einer einander kreuzenden Weise aufweist, in einer solchen Weise, dass die Rotationsachsen der Wälzkörper einander kreuzen.

12. Wälzlager nach Anspruch 1, außerdem umfassend: einen Käfig, der eine Anzahl von Vertiefungen aufweist, in welche die gleiche Anzahl von Wälzkörpern jeweils eingesetzt sind, wobei die Vertiefungen abwechselnd auf einen Umfangsbereich des Käfigs in einer gegeneinander versetzten Weise angeordnet sind und in einem vorbestimmten Abstand in der Umfangsrichtung derselben angeordnet sind.

13. Wälzlager nach Anspruch 12, wobei beide Seitenflächen jeder Vertiefung in der Axialrichtung des Käfigs sich parallel zueinander erstrecken, aber ihre verlängerten Richtungen weder parallel mit noch senkrecht zu der Axialrichtung des Wälzlagers sind.

- Leerseite -

FIG.1

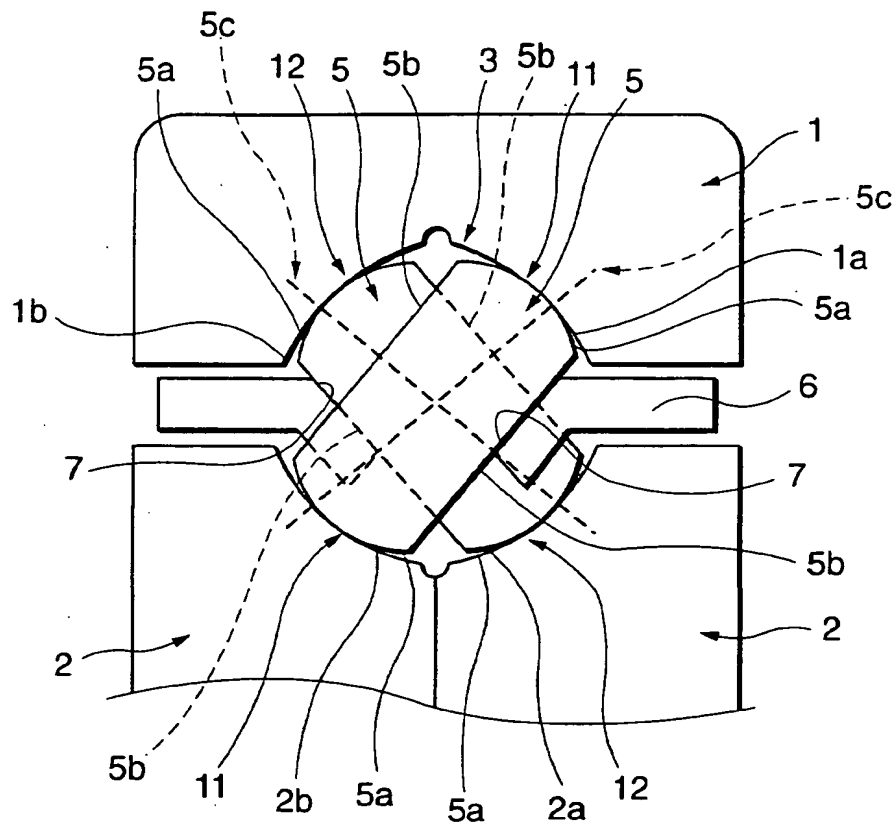


FIG.2

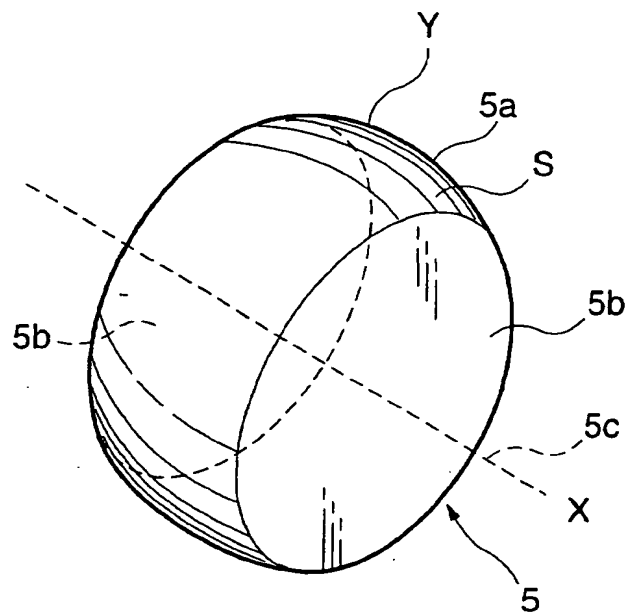


FIG.3

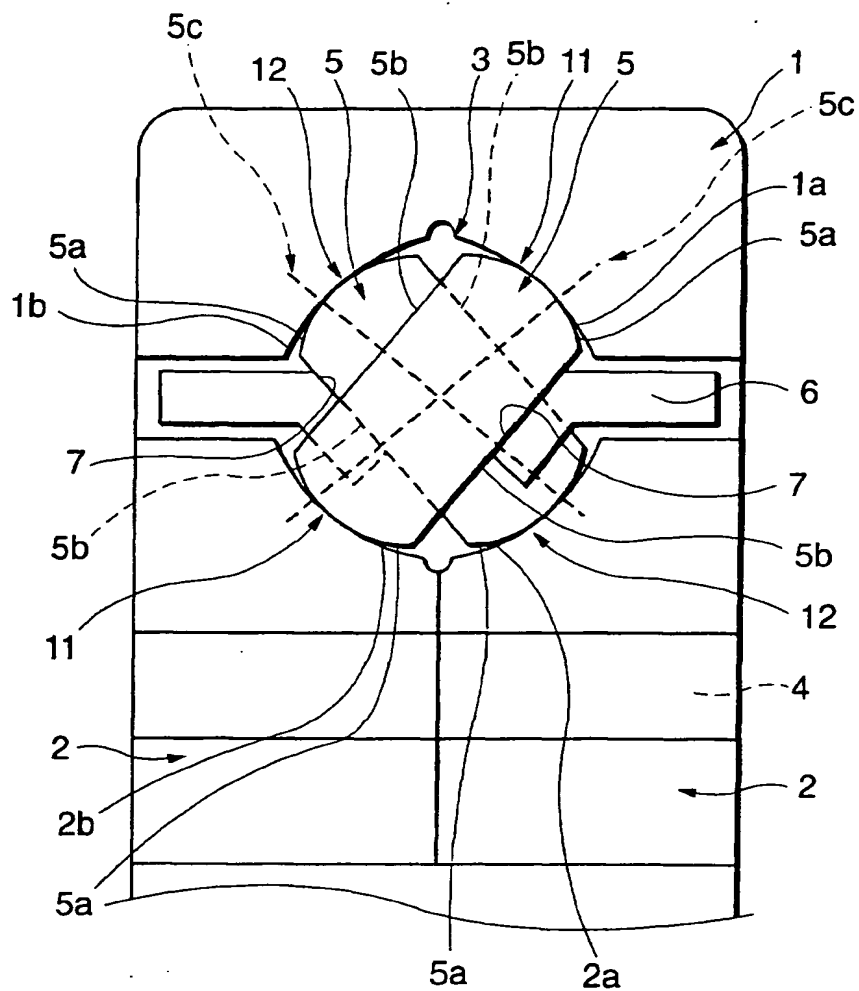


FIG.4

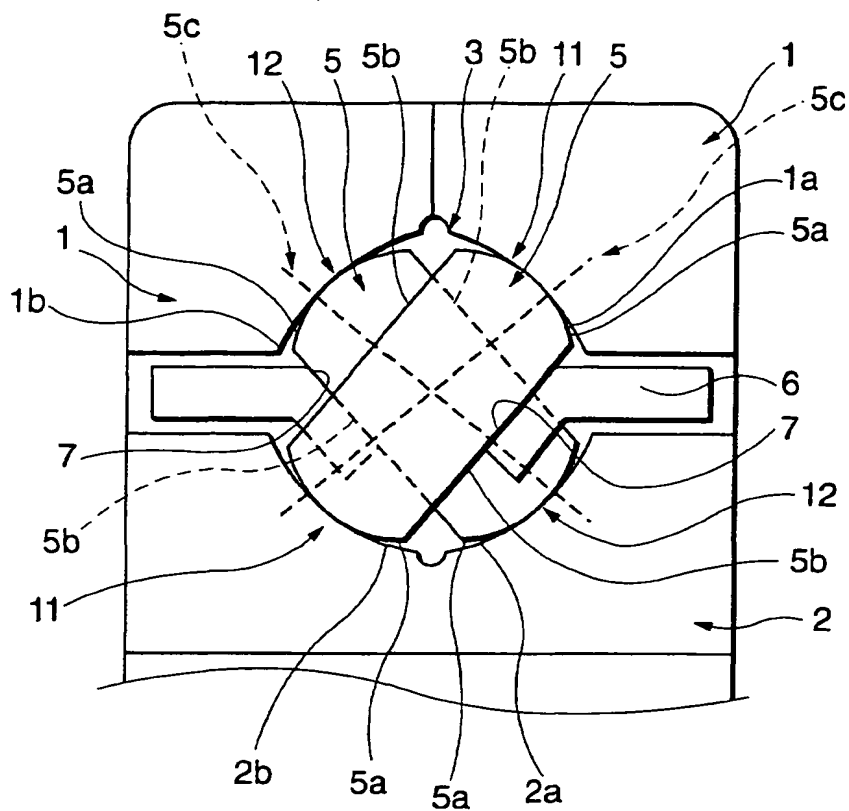


FIG.5

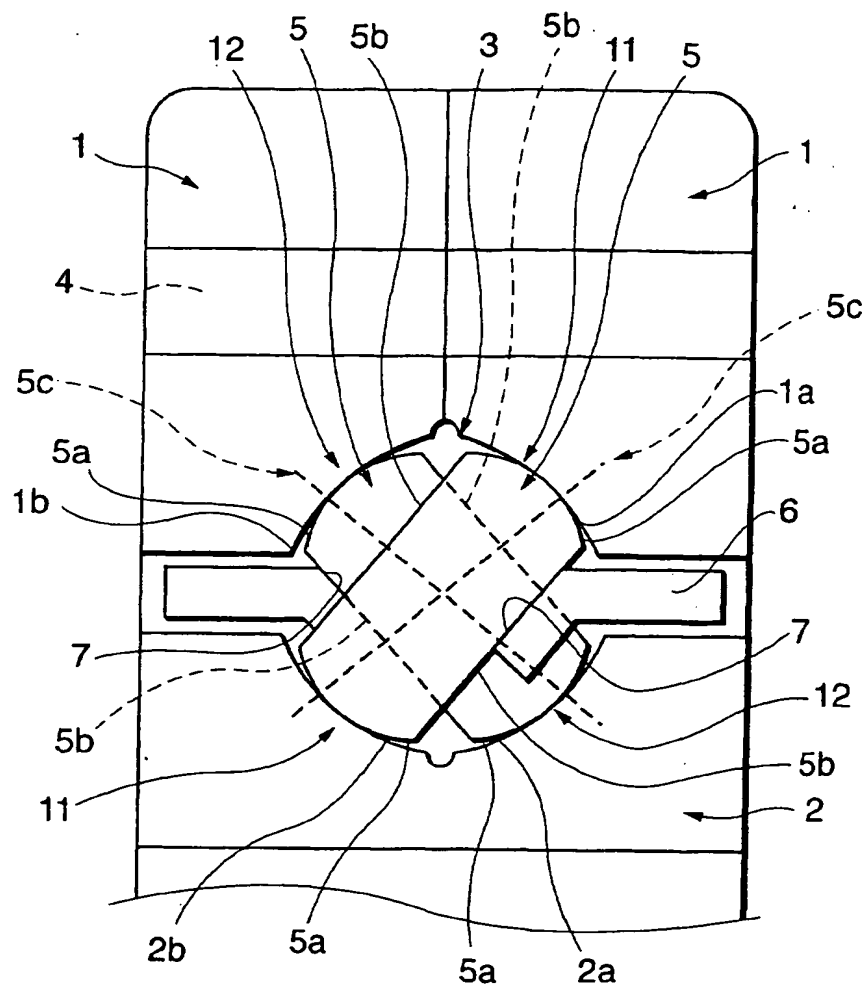


FIG.6

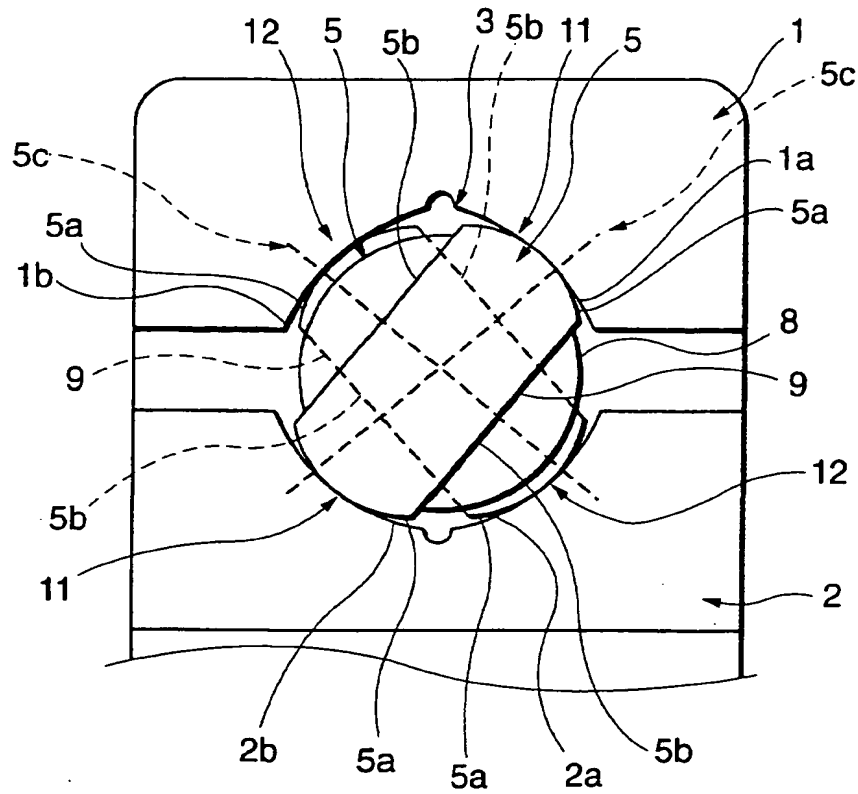


FIG.7

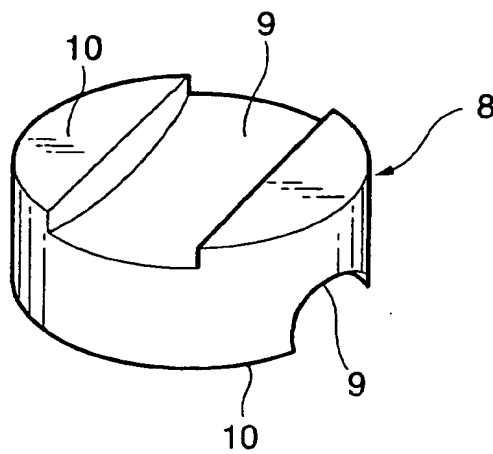


FIG.8

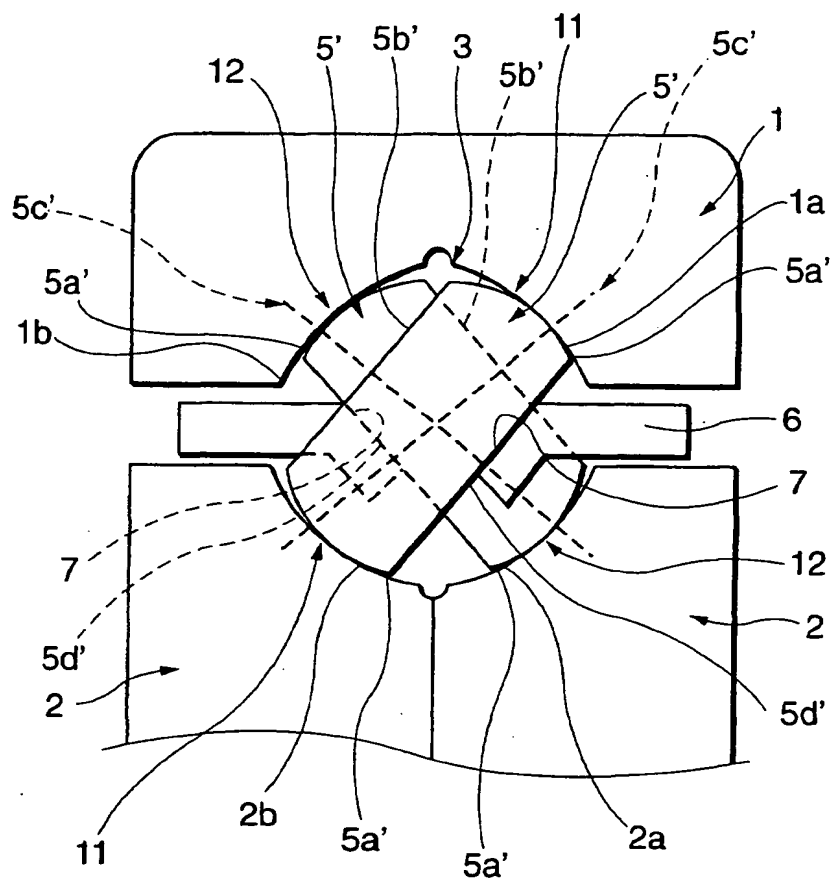


FIG.9

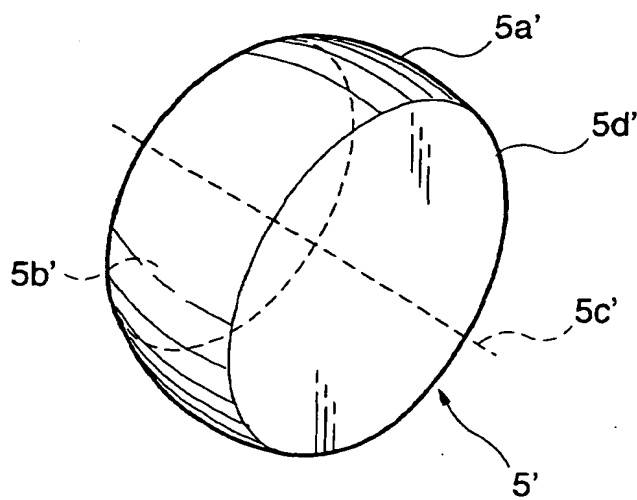


FIG.10

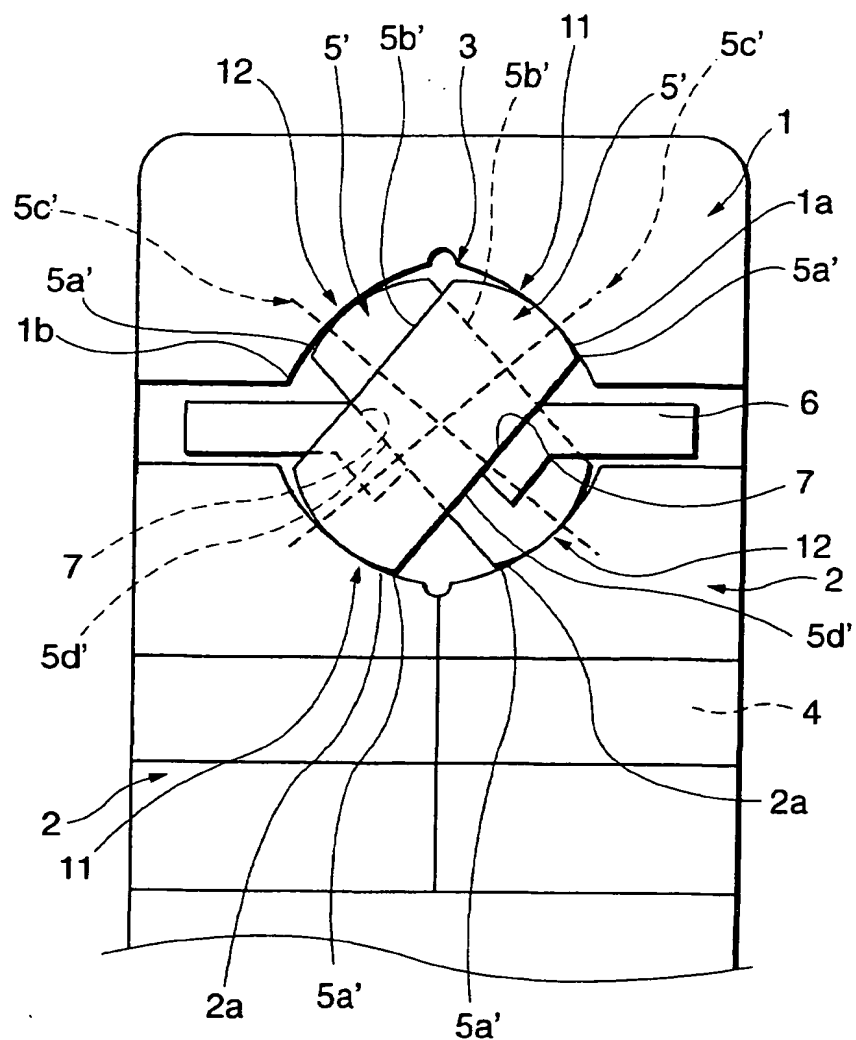


FIG.11

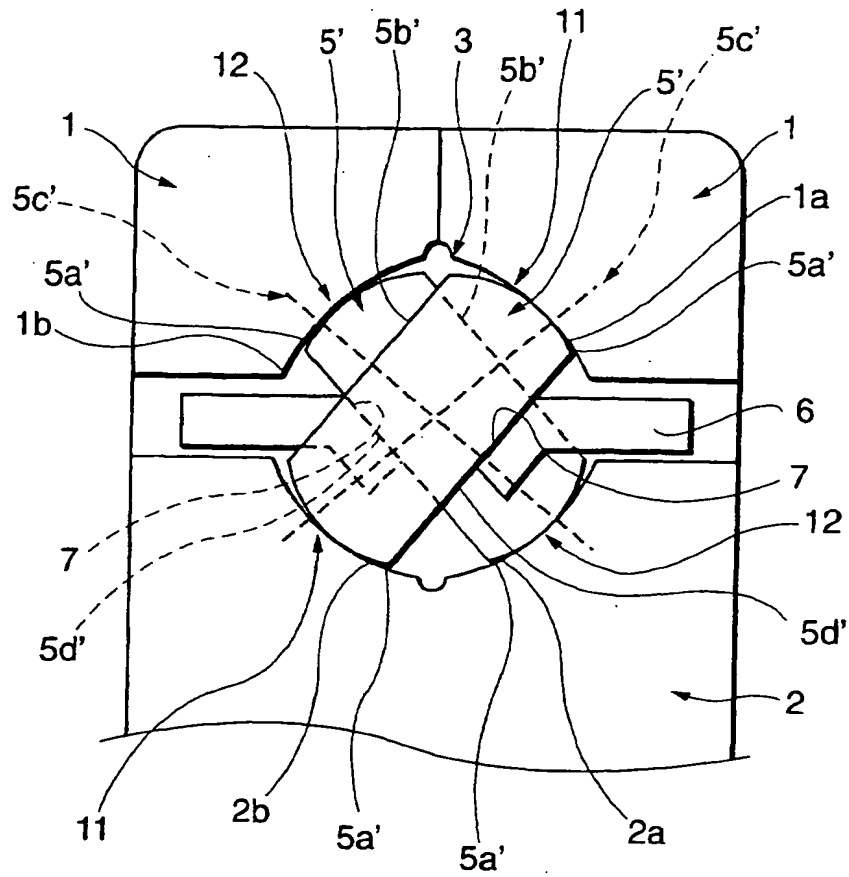


FIG.12

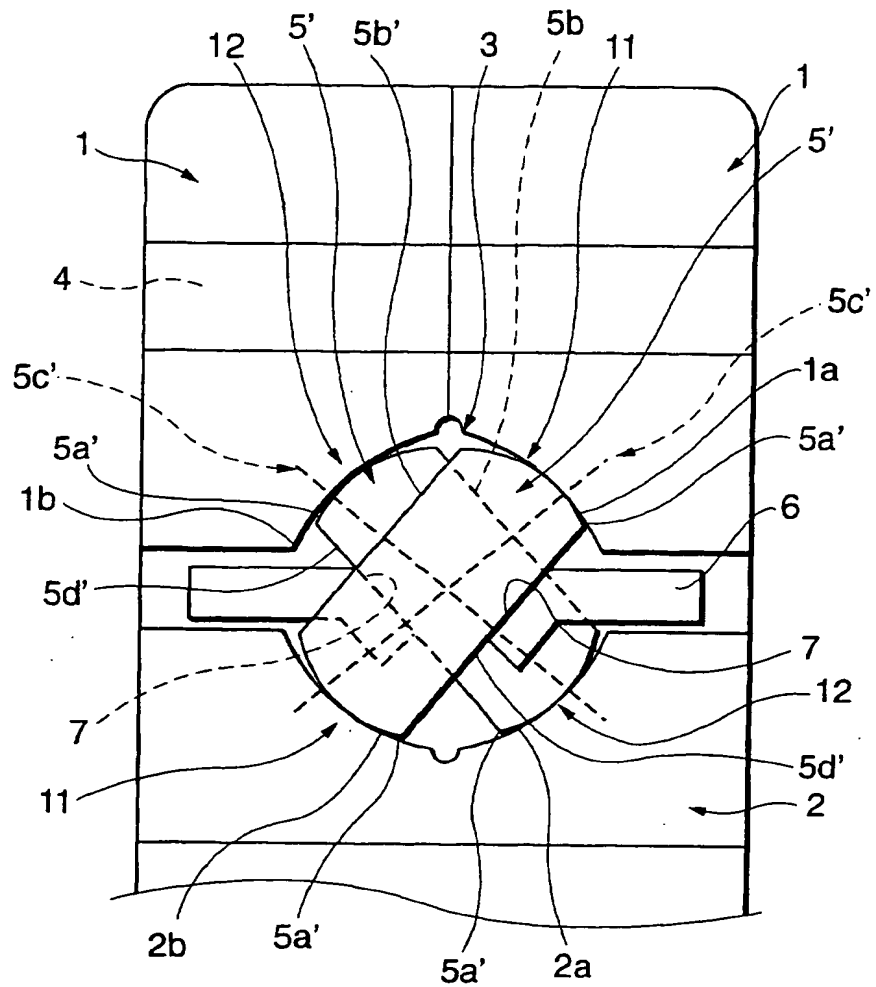


FIG.13

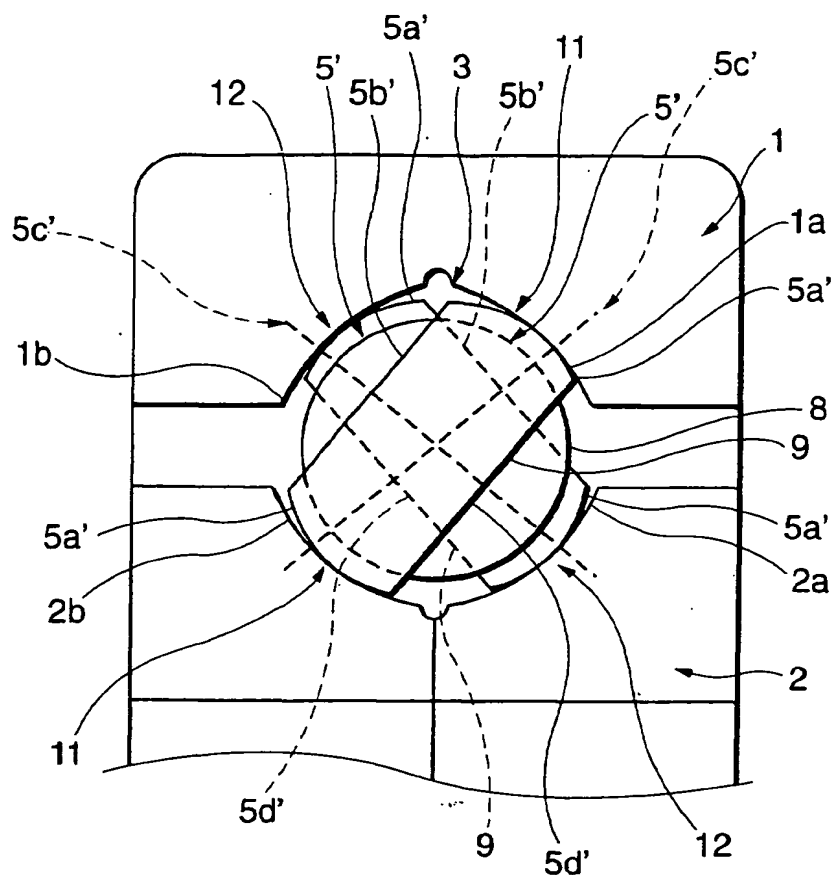


FIG.14

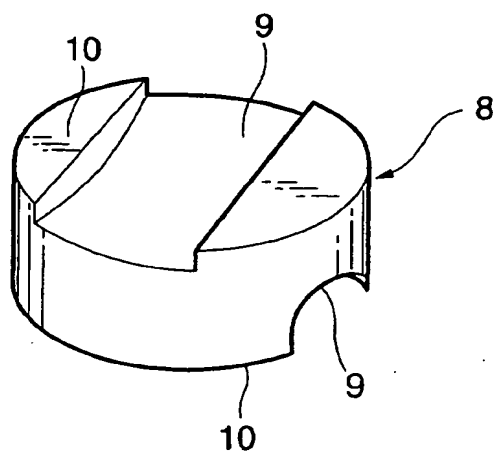


FIG.15

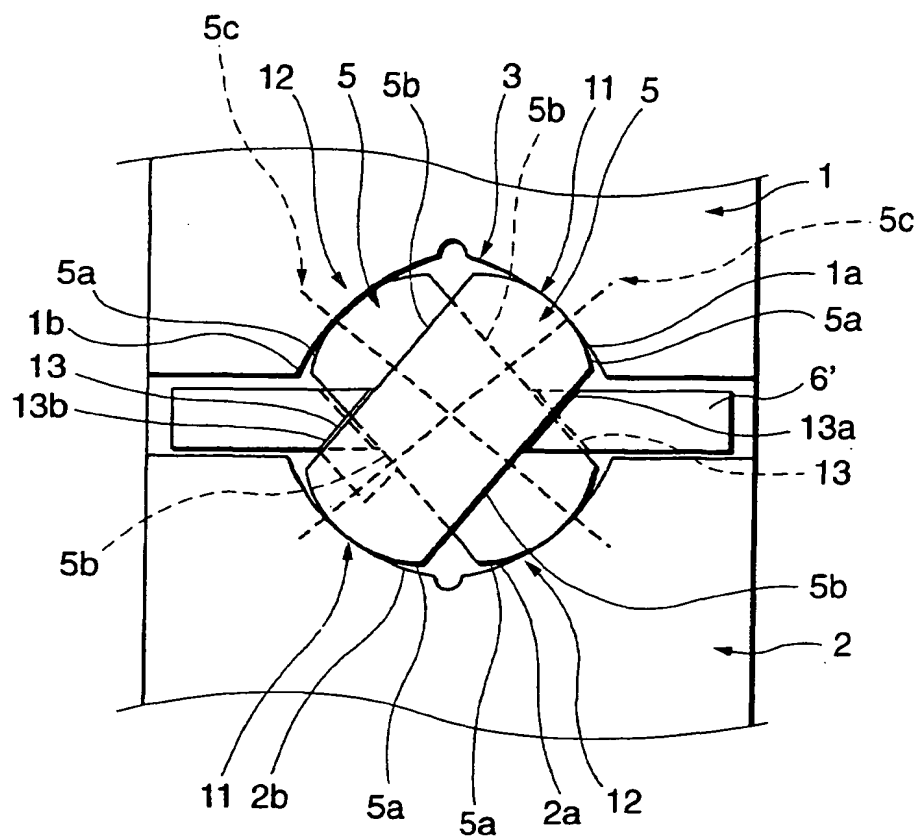


FIG.17

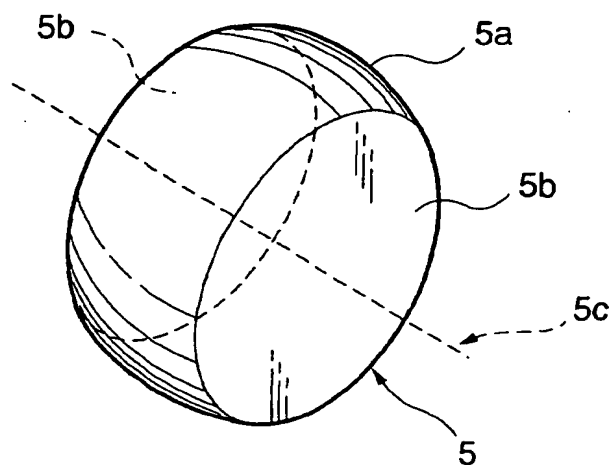


FIG.16

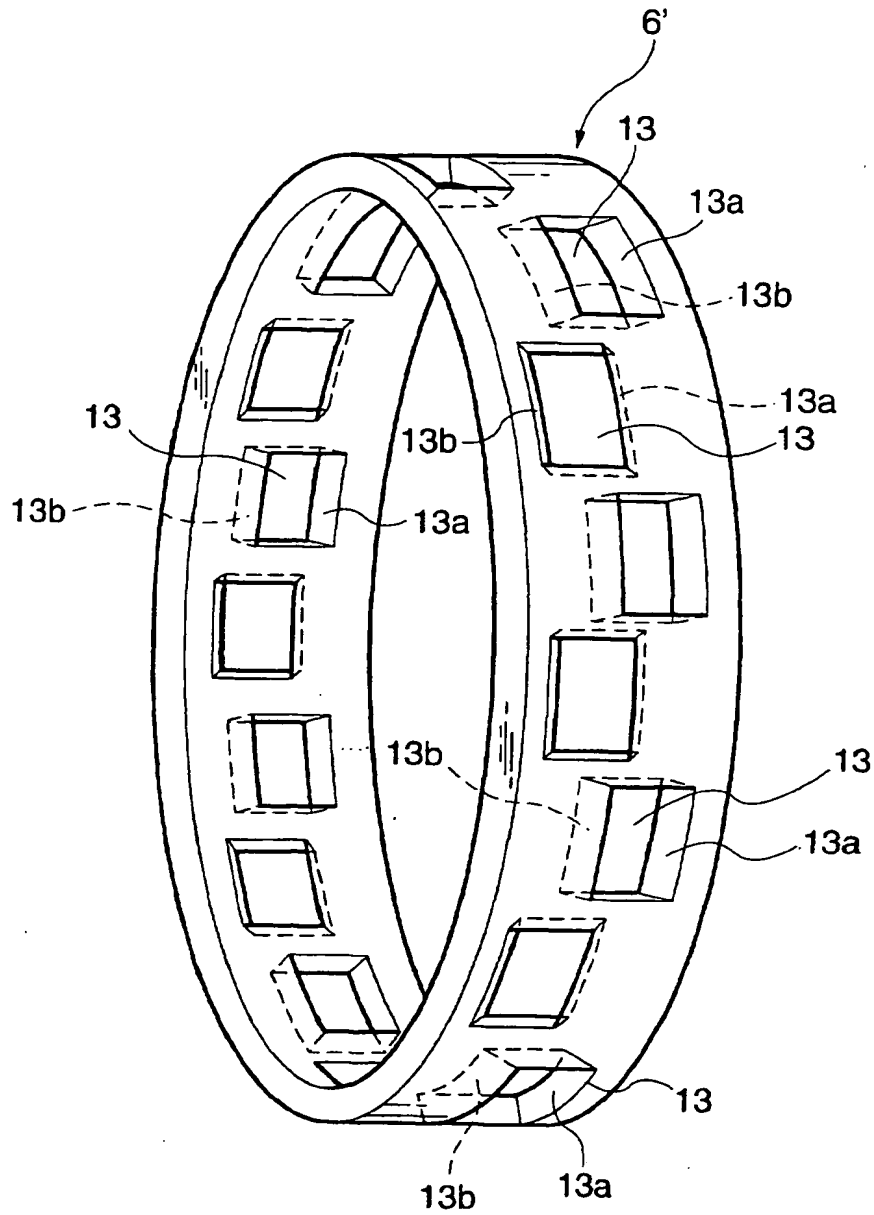


FIG.18

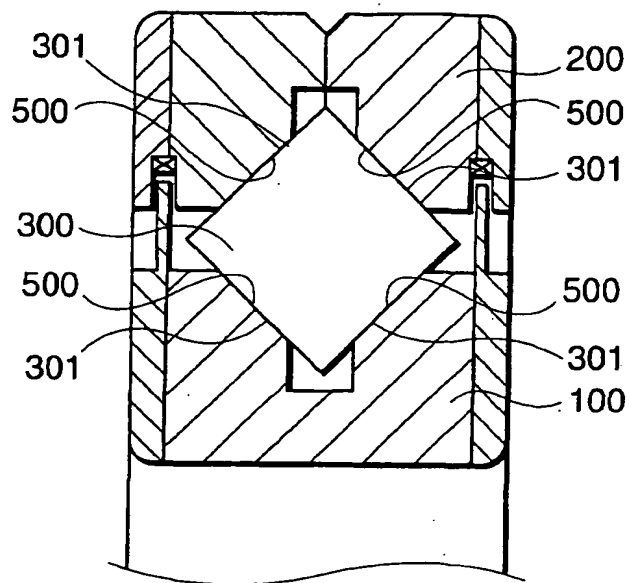


FIG.19

